

## Method for hydraulic expansion of closed hollow profiles - processes blank, which is pre-profiled before hydraulic expansion

Patent Number: DE4214557  
Publication date: 1993-11-04  
Inventor(s): KAEMPEN KLAUS IN DEN DR ING (DE); BECKER ULRICH (DE); RAMDOHR DETLEF DR ING (DE); VOGT GERD DR ING (DE); JANSSEN MANFRED (DE)  
Applicant(s):: MANNESMANN AG (DE)  
Requested Patent: ☐ DE4214557  
Application Number: DE19924214557 19920428  
Priority Number(s): DE19924214557 19920428  
IPC Classification: B21D26/02 ; B62D65/00 ; B62D21/02 ; B62D25/02 ; B62D25/04  
EC Classification: B21D26/02H, B62D25/00  
Equivalents:

### Abstract

The method is esp. for use with profiles, which have sections of different dia. After sealing the ends of the open blank, internal pressure is applied hydraulically, and the material is pressed against a mould, which surrounds it.

A tubular blank is pre-profiled, so that relative to the required overall expansion, the number of circumferential sections with high stretching strain is small relative to the number of sections, which are mainly bent in the wall. After the preformed part is placed in a mould, it is expanded hydraulically. The second mentioned sections engage first on the inside of the mould, and after the pressure has been increased, the small and angled sections are formed.

USE/ADVANTAGE - Easy mfr. of closed profiles with complicated or narrow sections.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

Express Mail Label No.  
EL 334671785US



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 42 14 557 A 1**

⑤1 Int. Cl. 5-  
**B 21 D 26/02**  
// B62D 65/00, 21/02,  
25/02, 25/04

②1 Aktenzeichen: P 42 14 557.0  
②2 Anmeldetag: 28. 4. 92  
④3 Offenlegungstag: 4. 11. 93

DE 42 14 557 A 1

⑦1 Anmelder:  
Mannesmann AG, 40213 Düsseldorf, DE  
  
⑦4 Vertreter:  
Meissner, P., Dipl.-Ing.; Presting, H., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 14199 Berlin

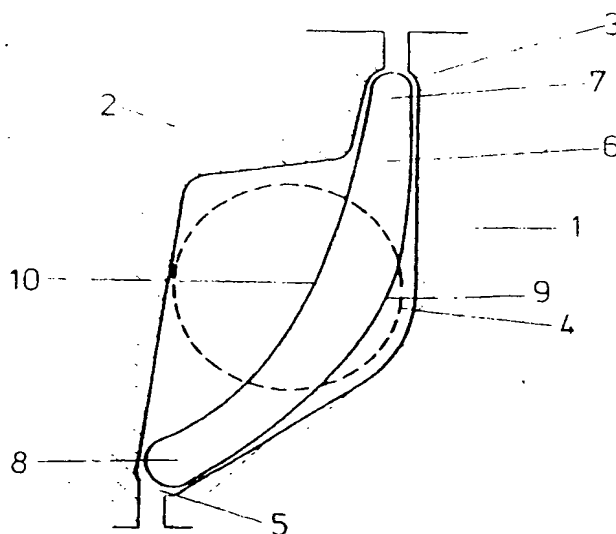
⑦2 Erfinder:  
Kämpen, Klaus in den, Dr.-Ing., 4030 Ratingen, DE;  
Becker, Ulrich, 4100 Duisburg, DE; Ramdohr, Detlef,  
Dr.-Ing., 4150 Krefeld, DE; Vogt, Gerd, Dr.-Ing., 4005  
Meerbusch, DE; Janßen, Manfred, 4150 Krefeld, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Verfahren zum hydraulischen Aufweiten von geschlossenen Hohlprofilen

⑤7 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum hydraulischen Aufweiten von geschlossenen Hohlprofilen, bei dem nach dem Abdichten der offenen Enden des hohlen Ausgangsteiles hydraulisch Innendruck aufgebracht und das Material gegen eine das Ausgangsteil umgebende Form gepreßt wird.

Um geschlossene Hohlprofile mit kompliziert eckigen Querschnitten bzw. mit Abschnitten mit engen Radien und mit über die Länge unterschiedlichen Querschnitten ohne Gefahr eines Einbeulens oder Berstens in einfacher Weise herstellen zu können, wird vorgeschlagen, daß ein rohrförmiges Ausgangsteil, dessen Umfangserstreckung partiell über die Länge kleiner ist als die Umfangserstreckung des auszuformenden Querschnitts, so vorprofiliert wird, daß bezogen auf die erforderliche Gesamtaufweitung der Anteile der Abschnitte am Umfang mit hoher Zugverformung gering ist im Verhältnis zu den Abschnitten, die überwiegend nur in der Wand gebogen werden und nach dem winkeltgerechten Einsatz des so vorprofilierten Ausgangsteiles in eine Form, dessen innere Kontur dem gewünschten Endquerschnitt entspricht, dieses hydraulisch in der Weise aufgeweitet wird, daß die Abschnitte mit überwiegender Biegung in der Wand zuerst an der Innenfläche der Form zur Anlage kommen und nach weiterer Steigerung des Innendruckes die Ausformung der schmalen und eckigen Bereiche erfolgt.



DE 42 14 557 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum hydraulischen Aufweiten von geschlossenen Hohlprofilen, insbesondere mit in Längsrichtung des Hohlprofileiles unterschiedlichen Querschnitten, gemäß dem Gattungsbegriff des Hauptanspruches.

Für die Herstellung der Karosserie von Kraftfahrzeugen werden an bestimmten Stellen, beispielsweise Türholmen, Profile mit sehr komplizierten Querschnittsformen und mit über die Länge unterschiedlichen Querschnitten benötigt. Erschwerend kann noch hinzukommen, daß die Profile in der Achserstreckung gekrümmt sind. Bisher war es üblich, solche Teile durch Zusammenschweißen von Blechteilen herzustellen. Diese Verfahrensweise hat den Nachteil, daß für die Herstellung mehrere Blechteile ausgestanzt und teilweise angebogen und für das Zusammenschweißen teure Schweißbrenner eingesetzt werden müssen. Es besteht deshalb seit langem ein Bedürfnis, solche Teile aus einem geschweißten oder nahtlosen rohrförmigen Ausgangsteil durch hydraulisches Aufweiten herzustellen. Die bisher bekannten üblichen Aufweitungsverfahren sind dafür nicht geeignet, da die Kanten bzw. Eckenbereiche des Profils entweder gar nicht oder nur unvollständig ausprofiliert bzw. überdehnt werden.

Zur Lösung dieses Problems ist bereits vorgeschlagen worden (EP 03 72 360) kritische lokale Umformungen (kleine Radien, ungünstiges Profil) mechanisch vorzuverformen, z. B. mit Hilfe von Stößeln. Dadurch kann die eigentliche hydraulische Umformung auf ein Maß begrenzt werden, das ein unkontrolliertes Ausbeulen nicht erwarten läßt. Da in vielen Fällen wegen der Unzugänglichkeit des Hohlprofils Umformwerkzeuge für die ergänzende mechanische Aufweitung nicht angeordnet werden können, ist das vorgeschlagene Verfahren für die eingangs erwähnten langgestreckten Profile nicht geeignet.

Es ist außerdem bekanntgeworden (N.L. Loh und F.W. Travis "An Exploration Of Tube Bending By Flattening And Subsequent Inflation", Journal of Materials Processing Technology, 23 (1990) Seite 233-241), den Widerstand eines Rohres gegen das Biegen dadurch zu reduzieren, daß man den kritischen Biegebereich vorher ganz oder teilweise plattdrückt und nach dem Biegen die plattgedrückte Stelle durch hydraulisches Aufweiten zu einem Rohr wieder profiliert.

Aufgabe der Erfindung ist es ein hydraulisches Aufweitungsverfahren anzugeben, mit dem man geschlossene Hohlprofile mit kompliziert eckigen Querschnitten bzw. mit Abschnitten mit engen Radien und mit über die Länge unterschiedlichen Querschnitten ohne Gefahr des Einbeulens oder Berstens in einfacher Weise herstellen kann.

Diese Aufgabe wird mit den im kennzeichnenden Teil des Anspruches 1 angegebenen Merkmalen gelöst.

Durch Vorversuche hatte man erkannt, daß die Kanten- bzw. Eckenbereiche die kritischen Bereiche beim hydraulischen Aufweiten sind, da entweder das gewünschte Eckprofil nicht vollständig ausgeformt wird oder dieser Bereich in der Wand so geschwächt wird, daß Bersten eintreten kann. Um dies zu vermeiden, wird erfindungsgemäß vorgeschlagen, das Ausgangsteil in einer bestimmten Weise vor dem hydraulischen Aufweiten vorzuprofilieren. Dabei ist wesentlich, daß die Umfangserstreckung des Ausgangsteiles partiell oder über die ganze Länge kleiner ist, vorzugsweise im Bereich von 3—5%, als die Umfangserstreckung des gewünsch-

ten Endquerschnittes. Das aufzuweitende rohrförmige Ausgangsteil wird so vorprofiliert, daß bezogen auf die erforderliche Gesamtaufweitung der Anteil der Abschnitte mit hoher Zugverformung gering ist im Verhältnis zu den Abschnitten, die überwiegend nur in der Wand gebogen werden. Der Hintergrund dieses Vorschlages ist, daß das Material bei dünner Wanddicke zwar große Biegungen ohne Anrisse ertragen kann, bei einer reinen Zugverformung die Grenzwerte für ein Anreißen aber schnell erreicht werden. Aus diesem Grunde ist man bestrebt, durch eine geeignete Vorprofilierung diesen Anteil mit hoher Zugverformung so gering wie möglich zu halten. Die Vorprofilierung des rohrförmigen Ausgangsteiles erfolgt durch Walzen, Profilziehen oder Pressen, wobei letzteres Verfahren dann von Bedeutung ist, wenn sich die Vorprofilierung nicht über die ganze Länge erstrecken soll.

Das vorprofilierte Ausgangsteil wird in eine Form gelegt, dessen innere Kontur dem gewünschten Endquerschnitt des Fertigteiles entspricht. Anschließend wird in der üblichen Weise das vorprofilierte Ausgangsteil nach Abdichten der offenen Enden hydraulisch aufgeweitet. Die Abschnitte des Vorprofils, die im wesentlichen nur in der Wand gebogen werden, kommen schon bei geringen Innendruck an der Innenoberfläche der Form zur Anlage. Diese anliegenden Abschnitte ergeben eine Stützwirkung für die benachbarten Bereiche, so daß bei weiterer Steigerung des Innendruckes auch die kritischen Eck- und Kantenbereiche ohne Gefahr des Einbeulens oder Berstens voll ausprofiliert werden können.

In der Zeichnung wird anhand von Ausführungsbeispielen das erfindungsgemäße Verfahren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 einen Querschnitt einer geteilten Form mit einer relativ einfachen Querschnittskontur und einem darin eingelegten Vorprofil;

Fig. 2 einen Querschnitt eines Hohlprofils mit einer schwer herzustellenden Querschnittskontur;

Fig. 3 Form und Vorprofil für ein Hohlprofil gemäß Fig. 2;

Fig. 4 wie Fig. 3, jedoch mit einem komplexeren Vorprofil.

In Fig. 1 ist in einem Querschnitt eine geteilte Form 1, 2 dargestellt, deren Innenkontur dem Querschnitt des herzustellenden Hohlprofils entspricht. Dieser Querschnitt weist zwar im oberen Bereich eine typische enge Stelle 3 auf, aber ansonsten kann man diese Querschnittskontur noch als relativ einfach bezeichnen. Falls die Längserstreckung des Profils gerade wäre und die hier gezeigte Querschnittskontur über die Länge konstant bleiben würde, könnte man ein solches Profil in einfacher Weise durch Profilziehen herstellen. Man denke hierbei nur an die teilweise sehr komplizierten Querschnittsformen, die im Fenster- und Türenbau bereits seit Jahren ohne Schwierigkeiten hergestellt werden. Kennzeichen der im Automobilbau verwendeten Profile ist es aber, daß sie größtenteils keine über die Länge konstante Querschnittskontur haben und in vielen Fällen sogar gekrümmt sind. Außerdem können auch Absätze im Profil auftreten, wenn beispielsweise ein hineinragendes anderes Teil umgangen werden muß.

In dem hier gezeigten Beispiel ist dargestellt, worin der verfahrensmäßige Unterschied zum Stand der Technik zu sehen ist. Das mit gestrichelten Linien dargestellte Rohr 4 würde nach dem bekannten Stand der Technik in die geteilte Form 1, 2 eingelegt und nach Verschließen der offenen Enden unter Innendruck gesetzt werden.

Man kann sich sehr leicht vorstellen, daß die nahe an der Innenfläche der Form 1, 2 liegenden Bereiche des Rohres 4 beim Aufweiten schnell zur Anlage kommen. Danach dürfte es aber so gut wie unmöglich sein, das Material in die Eckbereiche 3, 5 zu bringen, ohne daß es zum Bersten infolge überproportional hoher Zugverformungen kommt. Es bereitet zwar prinzipiell keine Schwierigkeiten die für das plastische Fließen erforderlichen Innendrucke aufzubringen, aber das Umformvermögen des Werkstoffes in den genannten kritischen Bereichen 3, 5 wäre schnell erschöpft.

Nach dem erfindungsgemäßen Verfahren wird das Problem in der Weise gelöst, daß das rohrförmige Ausgangsteil 4 beispielsweise in eine hier dargestellte Bananenform 6 vorprofiliert wird. Dadurch wird erreicht, daß für die genannten kritischen Bereiche 3, 5 des Fertigteilchen das Vorprofil schon stark an die Bereiche angenäherte Abschnitte 7, 8 aufweist. Die übrigen Abschnitte 9, 10 sind unkritisch, da beim Aufweiten der Werkstoff im wesentlichen auf Biegung in der Wand beansprucht wird. Diese beiden Bereiche 9, 10 kommen schon bei geringen Innendrucke nach Überschreiten der Fließgrenze an der Innenfläche der geteilten Form 1, 2 zur Anlage. Dies ergibt für die benachbarten Abschnitte 7, 8 eine Stützwirkung, die es ermöglicht, den Innendruck soweit zu steigern, daß das Profil vollständig ausprofiliert werden kann. Da für die endgültige Ausformung der Abschnitte 7, 8 nur eine geringe Zugverformung erforderlich ist, wird ein Anreißen bzw. Bersten dieser Abschnitte vermieden.

Fig. 2 zeigt im Querschnitt ein Hohlprofil 11 mit einer sehr schwer herzustellenden Querschnittskontur. Ein solches Profil könnte beispielsweise ein Abschnitt eines Türholmes eines Personenkraftwagens sein.

In Fig. 3 ist nun dargestellt, wie man durch eine erfindungsgemäße Vorprofilierung dieses in Fig. 2 dargestellte Hohlprofil 11 durch Aufweiten herstellen kann. Die Form, deren Innenkontur die Kontur des in Fig. 2 dargestellten Hohlprofiles 11 widerspiegelt, ist ebenfalls geteilt 12, 13. Die Vorprofilierung des Ausgangsteiles 14 erfolgte in der Weise, daß die drei kritischen Eckbereiche 15, 16, 17 schon annähernd angeformt sind. Übrig bleibt ein Absatzbereich 18, der ebenfalls schwierig auszuformen ist. Das eigentliche Aufweitverfahren läuft in der gleichen Art und Weise ab, wie bereits in Fig. 1 beschrieben. Die überwiegend auf Biegung in der Wand beanspruchten Abschnitte 19, 20, 21 kommen nach Einsetzen des Fließens schnell zur Anlage und die endgültige Ausformung erfolgt bei einer wesentlichen Steigerung des Innendruckes.

Fig. 4 zeigt, wie man bei dem in Fig. 2 dargestellten Hohlprofil 11 die Vorprofilierung des Ausgangsteiles 22 weiter anpassen kann. Da hier alle kritischen Eck- und Kantenbereiche 15, 16, 17, 23, 24 bereits vorgeformt sind, ist leicht einsehbar, daß die verbleibende Ausprofilierung unkritisch ist. Nachteilig dabei ist, daß der Aufwand zur Herstellung eines solchen Ausgangsteiles 22 schon sehr aufwendig ist und damit ein Teil der vorteilhaften Herstellung verloren geht.

gegen eine das Ausgangsteil umgebende Form gepreßt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß ein rohrförmiges Ausgangsteil, dessen Umfangserstreckung partiell über die Länge kleiner ist als die Umfangserstreckung des auszuformenden Querschnittes, so vorprofiliert wird, daß bezogen auf die erforderliche Gesamtaufweitung der Anteil der Abschnitte am Umfang mit hoher Zugverformung gering ist im Verhältnis zu den Abschnitten die überwiegend nur in der Wand gebogen werden und nach dem winkeltgerechten Einsetzen des so vorprofilierten Ausgangsteiles in eine Form, dessen innere Kontur dem gewünschten Endquerschnitt entspricht, dieses hydraulisch in der Weise aufgeweitet wird, daß die Abschnitte mit überwiegender Biegung in der Wand zuerst an der Innenfläche der Form zur Anlage kommen und nach weiterer Steigerung des Innendruckes die Ausformung der schmalen und eckigen Bereiche erfolgt.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Umfangserstreckung des rohrförmigen Ausgangsteiles im Bereich von 3–5% kleiner ist als die Umfangserstreckung des auszuformenden Endquerschnittes.

3. Verfahren nach den Ansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorprofilierung des rohrförmigen Ausgangsteiles durch Walzen, Ziehen oder Pressen erfolgt.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen

#### Patentansprüche

1. Verfahren zum hydraulischen Aufweiten von geschlossenen Hohlprofilen, insbesondere mit in Längsrichtung des Hohlprofilteiles unterschiedlichen Querschnitten, bei dem nach dem Abdichten der offenen Enden des hohlen Ausgangsteiles hydraulisch Innendruck aufgebracht und das Material

- Leerseite -

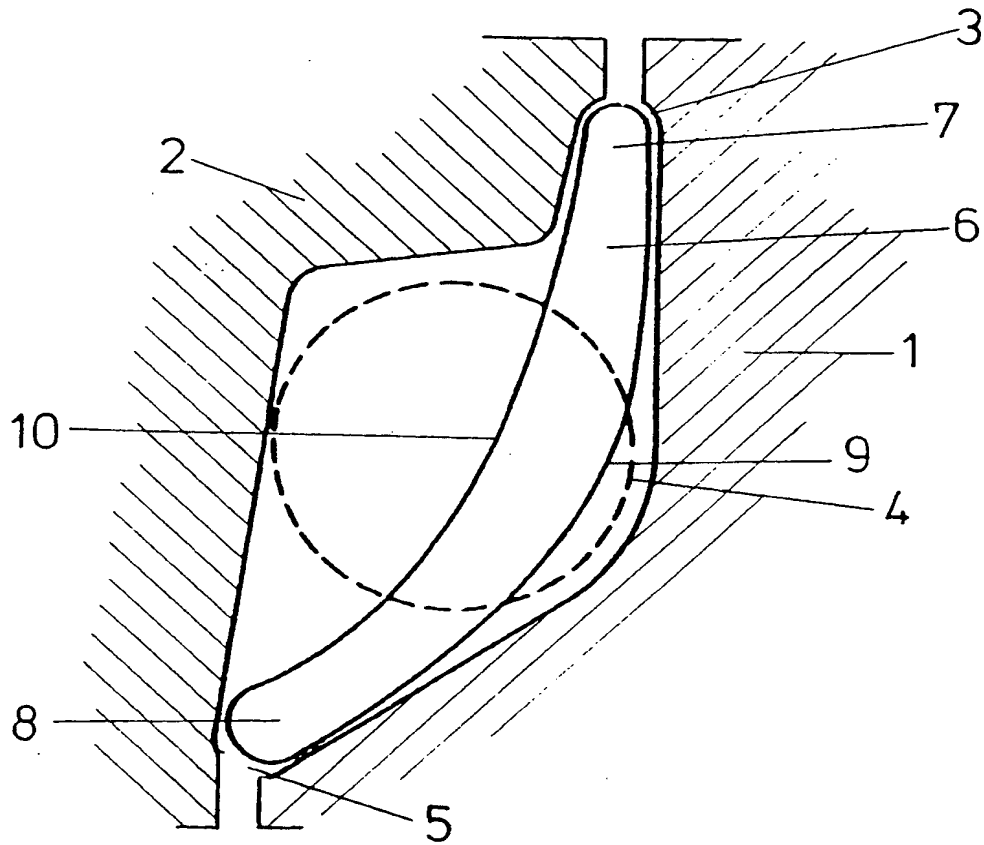


Fig. 1

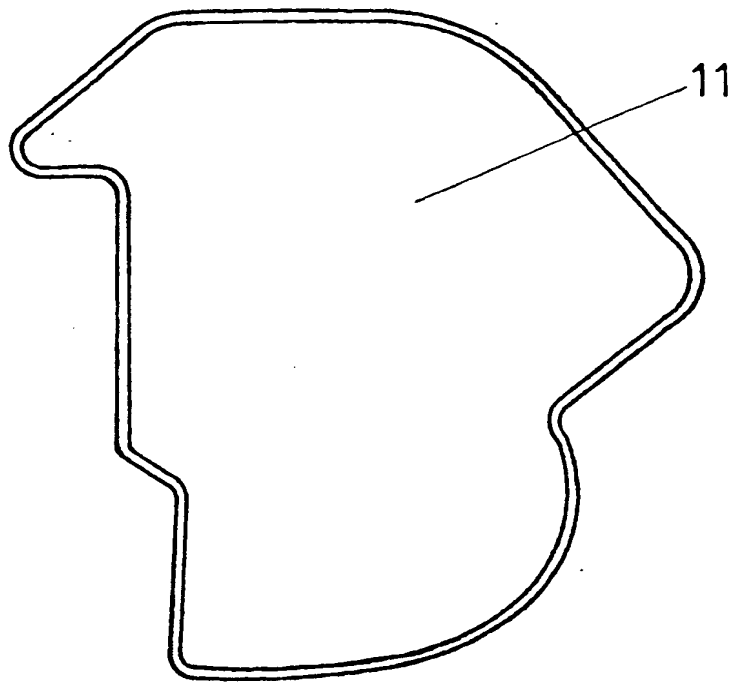


Fig. 2

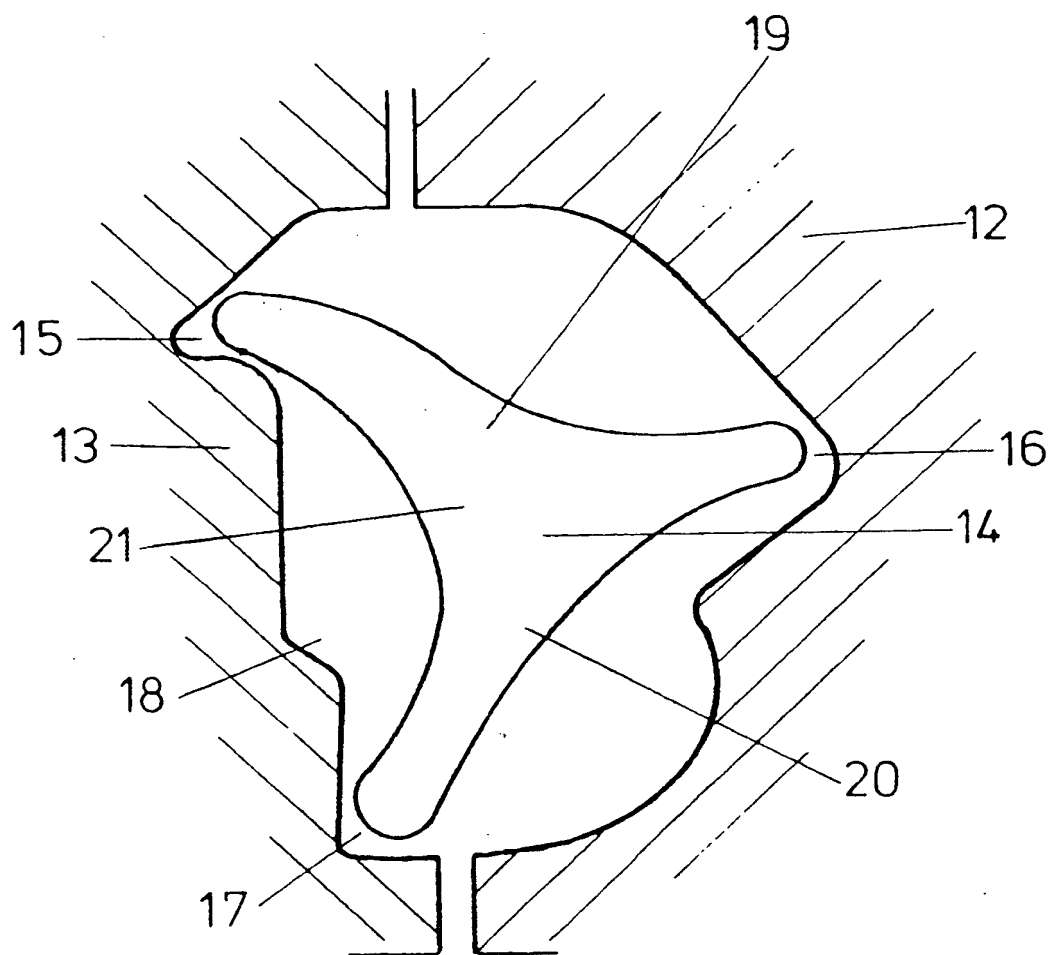


Fig. 3



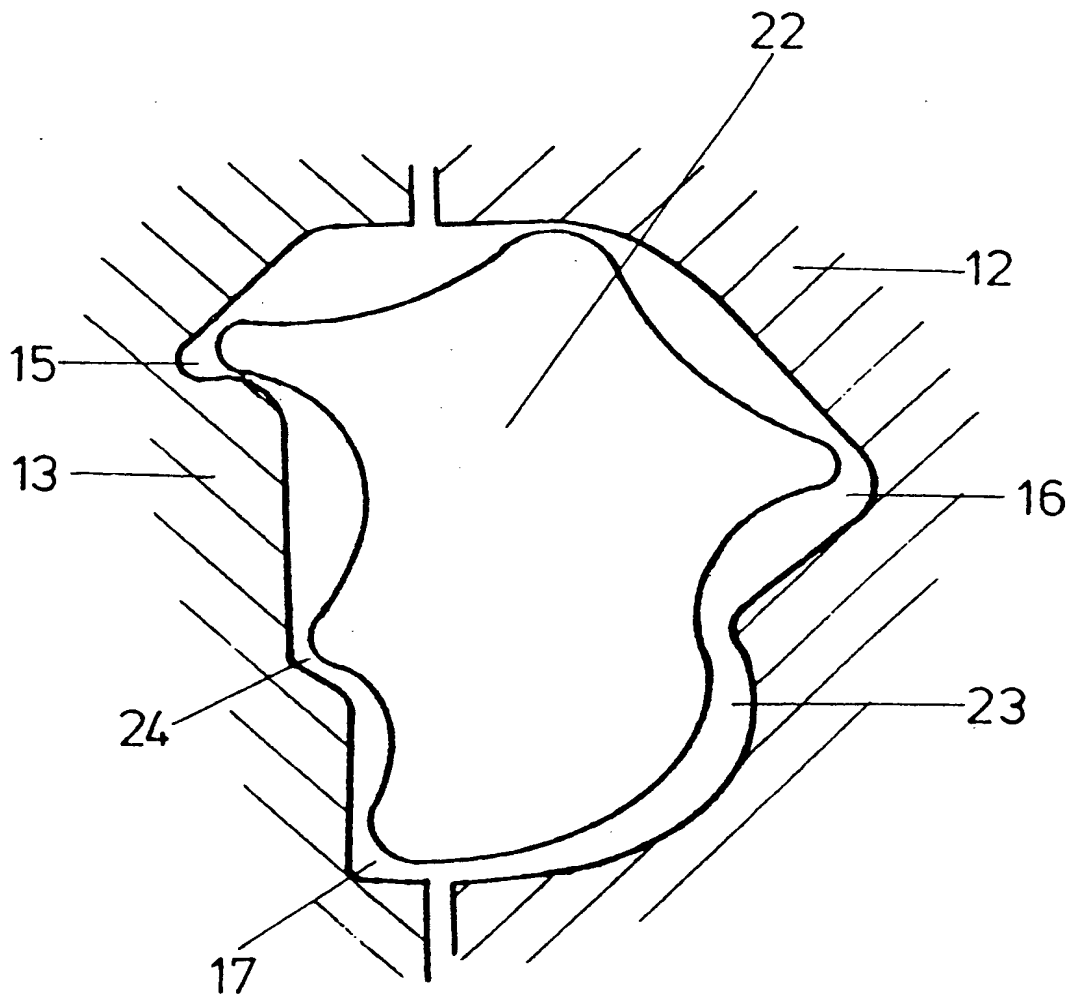


Fig. 4